



*Expediente:*

*Carlos Moisés - Governador de Santa Catarina*

*Daniela Cristina Reinehr - Vice-governadora de Santa Catarina*

*Celso Lopes de Albuquerque Junior - Secretário de Estado de Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE)*

*Celso Lopes de Albuquerque Junior - Secretário Executivo do Meio Ambiente (SEMA/SDE)*

*Leonardo Porto Ferreira - Diretor de Recursos Hídricos e Saneamento*

*Vinícius Tavares Constante - Gerente de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos*

*Frederico Gross - Gerente de Saneamento*

*Gisele de Souza Mori - Gerente de Outorga e Controle*

*Gustavo Antonio Piazza - Consultor em Hidrologia (bolsista FAPESC)*

*Paula Cunha David - Consultora em Hidrologia (bolsista FAPESC)*

*Felipe Quintiere Maia - Consultor em Planejamento de Recursos Hídricos (bolsista FAPESC)*

*Gerly Mattos Sánchez - Consultora em Planejamento de Recursos Hídricos (bolsista FAPESC)*

**OBJETIVO**

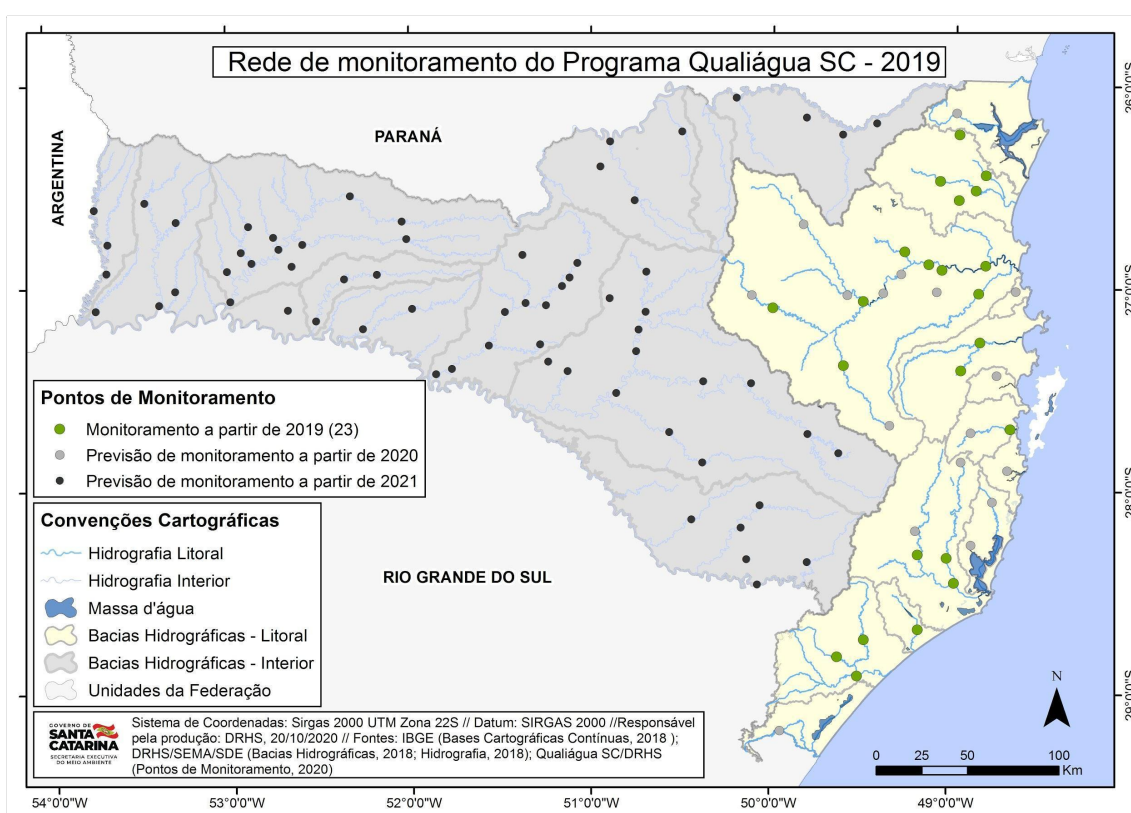
O presente relatório tem o propósito de apresentar os resultados das análises de qualidade das águas superficiais dos cursos d'água catarinenses, referentes a quarta campanha de monitoramento (04/2019) no âmbito do Programa de Monitoramento de qualidade das águas de Santa Catarina (QUALIÁGUA SC), realizada entre os dias 16 e 20 de dezembro de 2019.

O Programa de Monitoramento de qualidade das águas de Santa Catarina (QUALIÁGUA SC) é uma das linhas de ação previstas no Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH, o qual contribui para a consecução do objetivo de melhorar a qualidade da água no estado. As informações contidas

nas campanhas anteriores podem ser consultadas nos relatórios disponibilizados no site [www.aguas.sc.gov.br](http://www.aguas.sc.gov.br).

## REDE DE MONITORAMENTO - PROGRAMA QUALIÁGUA SC – 2019

Em 2019, a SDE/DRHS iniciou o monitoramento da qualidade das águas da Rede de Monitoramento do Programa **QUALIÁGUA SC**, seguindo as diretrizes da Agência Nacional de Águas (ANA). Neste primeiro ano (2019) são monitorados 23 pontos. Para 2020 a previsão é que a rede de monitoramento seja ampliada para 40 pontos e, em 2021, para 100 pontos. A duração total do Programa é de 5 anos.



**Figura 1.** Distribuição dos pontos de monitoramento da primeira fase em 2019 (23 pontos) Santa Catarina. Fonte: SEMA/SDE.

Os parâmetros monitorados são: condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ); temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ ) e do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ); turbidez (UNT); oxigênio dissolvido (mg/L de  $\text{O}_2$ ); pH; sólidos totais dissolvidos (mg/L), e sólidos em suspensão (mg/L); alcalinidade total (mg/L de  $\text{CaCO}_3$ ); cloreto total ( $\mu\text{g}/\text{L}$  de Cl); transparência da água; demanda bioquímica de oxigênio (DBO 5d,  $20^{\circ}\text{C}$ , mg/L de  $\text{O}_2$ ); demanda química de oxigênio (mg/L de  $\text{O}_2$ ); carbono orgânico total (mg/L como C); coliformes termotolerantes ( $n^{\circ}$  de CT/100 mL); clorofila a ( $\mu\text{g}/\text{L}$ ); fósforo solúvel reativo; fósforo total (mg/L de P); nitrato ( $\mu\text{g}/\text{L}$  de N); nitrogênio amoniacal (mg/L de N); e nitrogênio total (mg/L de N). Esses 21

parâmetros são monitorados trimestralmente, totalizando quatro (04) coletas por ano.

Os resultados são disponibilizados na forma de laudo/relatório, constando informações das análises, memorial fotográfico e comparação com os valores limites apresentados pela Resolução CONAMA nº 357/2005, tendo em vista a classe de enquadramento para Água Doce. Esses dados integram o Sistema Estadual e Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

## ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)

A qualidade das águas foi classificada utilizando um Índice de Qualidade da Água (IQA). O IQA utilizado foi desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (NSF) dos Estados Unidos. Foram definidos nove (09) parâmetros considerados mais representativos para a caracterização da qualidade das águas do Estado de Santa Catarina, sendo eles: coliformes termotolerantes, pH, DBO, nitrogênio total, fosfato total, variação da temperatura da água, turbidez, sólidos totais e oxigênio dissolvido.

O IQA geral é calculado pelo produtório das notas individuais de cada parâmetro, elevadas aos respectivos pesos, sendo que os valores variam entre 0 e 100 (VON SPERLING, 2014). O Quadro 1 apresenta a classificação do IQA de acordo com NSF. No Brasil o IQA modificado pela CETESB, substitui o Nitrato pelo Nitrogênio total, pela seguinte equação:

$$IQA = \prod_{i=1}^9 q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA = Índice de Qualidade de Água, variando de 0 a 100;

qi = qualidade do parâmetro i obtido através da curva média específica de qualidade;

wi = peso atribuído ao parâmetro, em função de sua importância na qualidade, entre 0 e 1.

**Quadro 1.** Classificação do IQA por faixas de acordo com NSF

IQA	Faixas	Significado
<b>Ótima</b>	90 < IQA ≤ 100	Águas apropriadas para tratamento convencional.
<b>Boa</b>	70 < IQA ≤ 90	
<b>Razoável</b>	50 < IQA ≤ 70	
<b>Ruim</b>	25 < IQA ≤ 50	Águas impróprias para tratamento convencional, sendo necessários tratamentos avançados.
<b>Péssima</b>	0 < IQA ≤ 25	

Fonte: SDE/SEMA

## RESULTADOS DA CAMPANHA DE DEZEMBRO/2019

As coletas referentes à campanha 04/2019 ocorreram entre os dias 16 e 20 de dezembro de 2019. De acordo com o IQA, dos 23 pontos analisados, 2 pontos apresentaram classificação Boa (IQA entre 71 e 90), 20 pontos a classificação Razoável (IQA entre 51 e 70) e 1 ponto apresentou classificação Ruim (IQA entre 26 e 50). Dos pontos classificados como Razoável, 10 obtiveram parâmetros em desconformidade com a legislação.

A Tabela 1 mostra os 10 (dez) pontos que não atendem à Classe 2 prevista na Resolução CONAMA nº 357/2005. As desconformidades estão relacionadas aos parâmetros pH, cloreto, sólidos totais dissolvidos, DBO, turbidez, fósforo total e coliformes termotolerantes. A lista completa dos pontos monitorados é apresentada no Anexo I.

**Tabela 1.** Classificação do IQA para a campanha de dezembro de 2019 e comparação com a Resolução Conama nº 357/2005.

Ponto	Município	Nome do Rio	IQA	Cor IQA	CONAMA 357/05 - Laudo Técnico
P1	Araranguá	Rio Araranguá	50	Ruim	Não Atende (Cloreto, pH e SDT)
P2	Içara	Urussanga	54	Razoável	Não Atende (pH)
P3	Forquilha	Mão Luzia	56	Razoável	Não Atende (pH e fósforo total)
P6	Palhoça	Cubatão	59	Razoável	Não Atende (Cloreto, fósforo total e SDT)
P7	Ituporanga	Itajaí do Sul	55	Razoável	Não Atende (Turbidez)
P10	Taió	Itajaí do Oeste	55	Razoável	Não Atende (DBO e turbidez)
P11	Brusque	Itajaí Mirim	62	Razoável	Não Atende (fósforo total)
P15	Timbó	Benedito	51	Razoável	Não Atende (fósforo total e turbidez)
P18	Jaraguá do Sul	-	56	Razoável	Não Atende (turbidez)
P21	Guaramirim/Massaranduba	Putanga	62	Razoável	Não Atende (coliformes termotolerantes e DBO)

Percebeu-se para a quarta campanha do ano de 2019 uma diminuição no número de pontos em não conformidade com a Resolução CONAMA nº357/2005, em especial quanto à DBO (10 desconformidades) em comparação com a campanha realizada em setembro.

De acordo com o Mapa do IQA (Figura 2), o ponto com qualidade Ruim localiza-se na Unidade de Planejamento e Gestão (UPG) Araranguá, e os pontos com Boa qualidade encontram-se nas UPGs Itapocú e Araranguá.

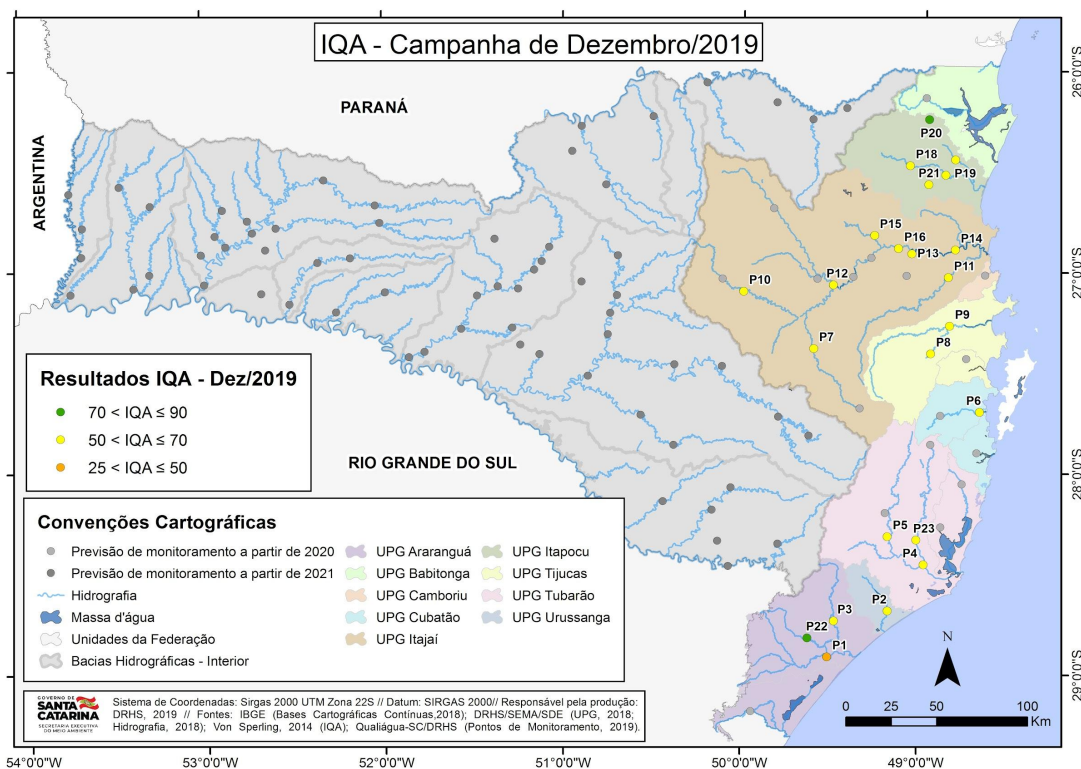


Figura 2. Mapa com os resultados do IQA, campanha 04/2019.

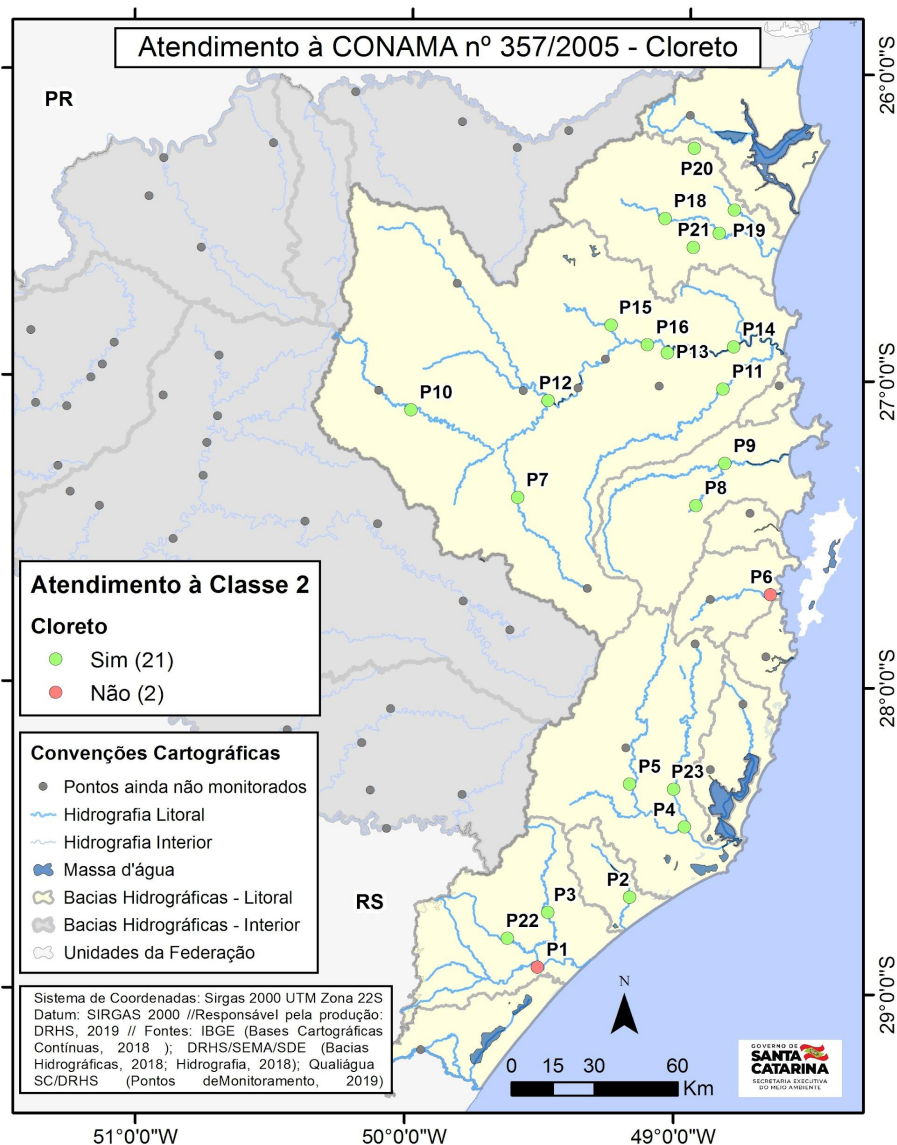
De forma adicional, foram analisados quatro (04) parâmetros, sendo eles: Cloreto (Cl<sup>-</sup>), Coliformes termotolerantes, Oxigênio Dissolvido (OD) e Nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Os mapas a seguir mostram se as concentrações verificadas desses parâmetros atendem à Resolução CONAMA nº357/2005 para Classe 2 (Quadro 2).

Quadro 2. Limites de concentração dos parâmetros selecionados na Resolução CONAMA nº 357/05.

Parâmetro	Unidade	Classe 2
Cloreto total	mg/L	≤ 250 mg/L
Coliformes termotolerantes	UFC/100 mL	≤ 1000 NPM/100mL
Nitrato	mg/L	≤ 10 mg/L
Oxigênio dissolvido	mg/L	≥ 5 mg/L

## Cloreto Total

Em meio natural, o cloreto (Cl-) pode ser oriundo da dissolução de minerais, da intrusão de água marinha ou da proveniência de despejos de efluentes (domésticos, industriais ou de irrigação) (VON SPERLING, 2005). A Figura 3 apresenta a condição dos pontos monitorados na campanha de dezembro de 2019 quanto à Classe 2 da Resolução CONAMA nº357/2005.



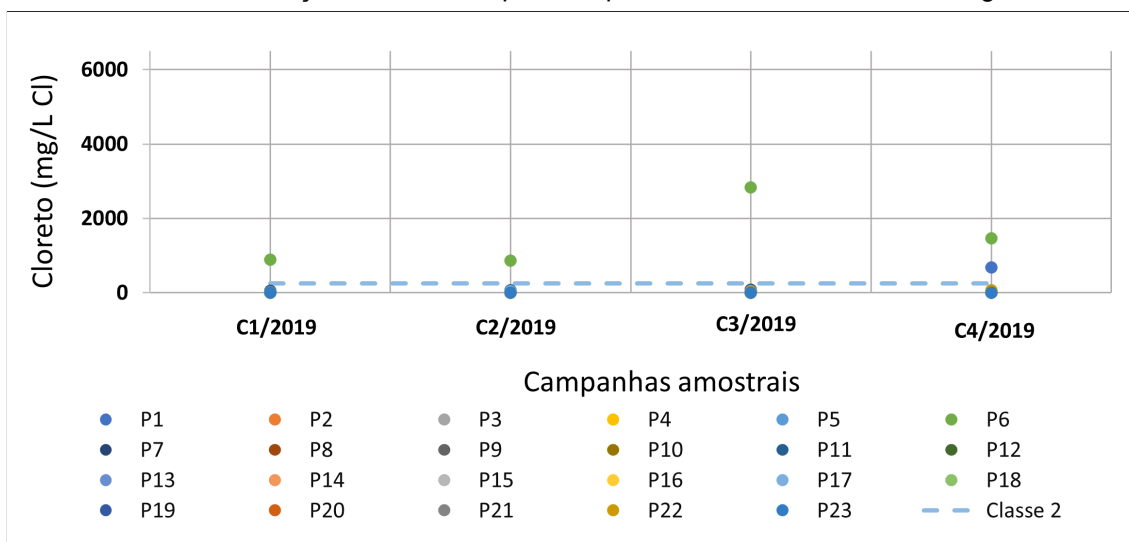
**Figura 3.** Mapa com os resultados do parâmetro cloreto, campanha 04/2019.

No ponto Palhoça (P6) houve a ocorrência, pela quarta vez, o registro de concentração superior ao limite estabelecido no artigo 15 da Resolução CONAMA nº 357/2005 (250,0 mg.L-1), reforçando a possível relação com a intrusão da cunha salina no local. Outro ponto que apresentou aumento do

Cloreto, não atendendo a CONAMA nº357/2005, foi o ponto Araranguá (P1), possivelmente relacionado com as reduções de vazão ocorridas em função da estiagem prolongada estabelecida desde junho de 2019.

O Gráfico 1 apresenta a evolução do parâmetro cloreto ao longo do ano de 2019.

**Gráfico 1.** Avaliação histórico-temporal do parâmetro Cloreto total - Qualiágua SC



Fonte: SEMA/SDE.

### Coliformes Termotolerantes

Os indicadores de contaminação fecal pertencem a um grupo de bactérias denominadas coliformes. Nas coletas de monitoramento da campanha de dezembro de 2019 do QUALIÁGUA SC houve registro de um ponto (P21) com concentrações superiores a 1000 NMP/100mL, limite na Resolução CONAMA nº357/2005 para Classe 2 (Art. 15), localizados na Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu, que já havia apresentado concentrações superiores em campanha anterior. A Figura 4 apresenta a condição dos pontos monitorados para a campanha de dezembro de 2019.

O Gráfico 2 apresenta a evolução deste parâmetro ao longo do ano de 2019. Ainda que a última campanha do ano tenha reportado um ponto em desacordo com a legislação, os valores obtidos retornaram aos patamares verificados das campanhas 1 e 2, indicando que o alto número de pontos com valor acima de 1000 UFC/100ml da campanha 3 possivelmente foi algo pontual ou fruto de contaminação na amostragem. Ressalta-se a importância do monitoramento contínuo no controle de poluição e identificação de padrões.

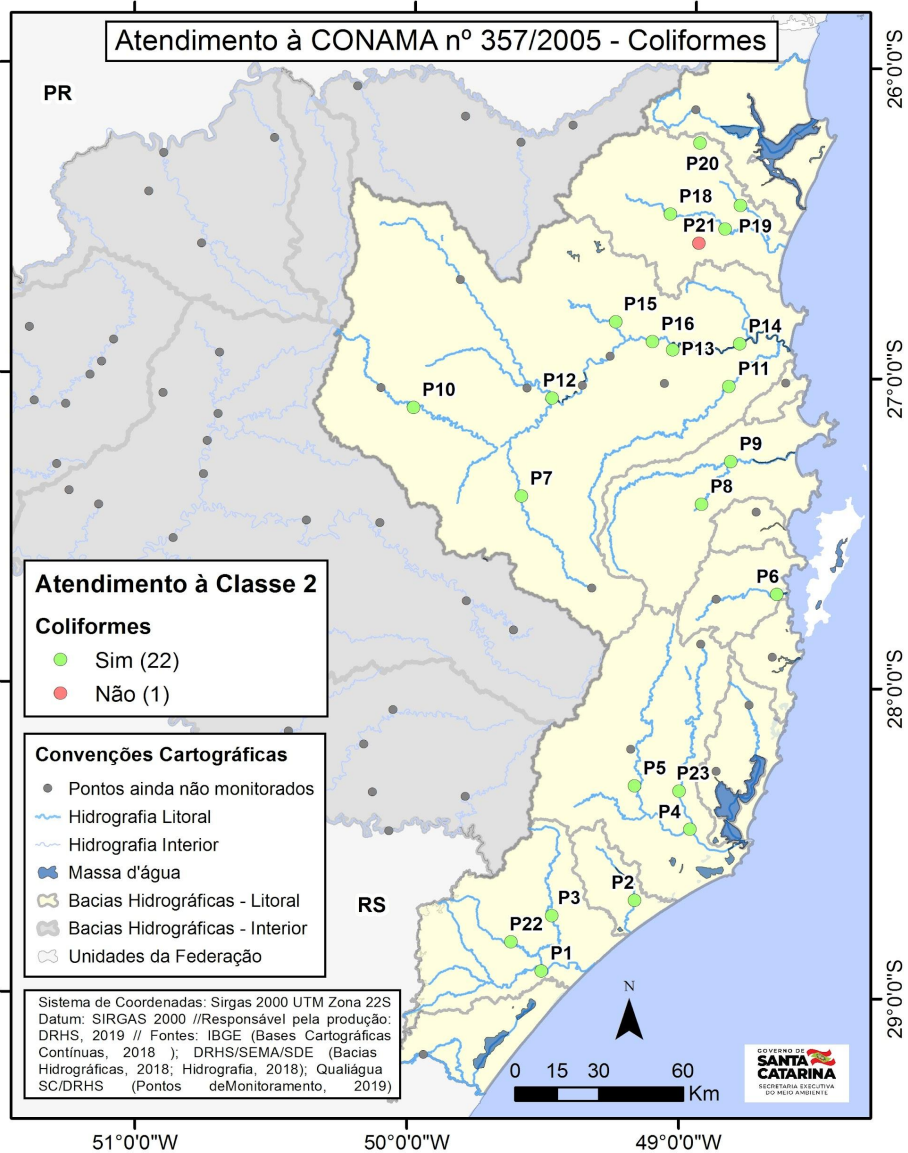
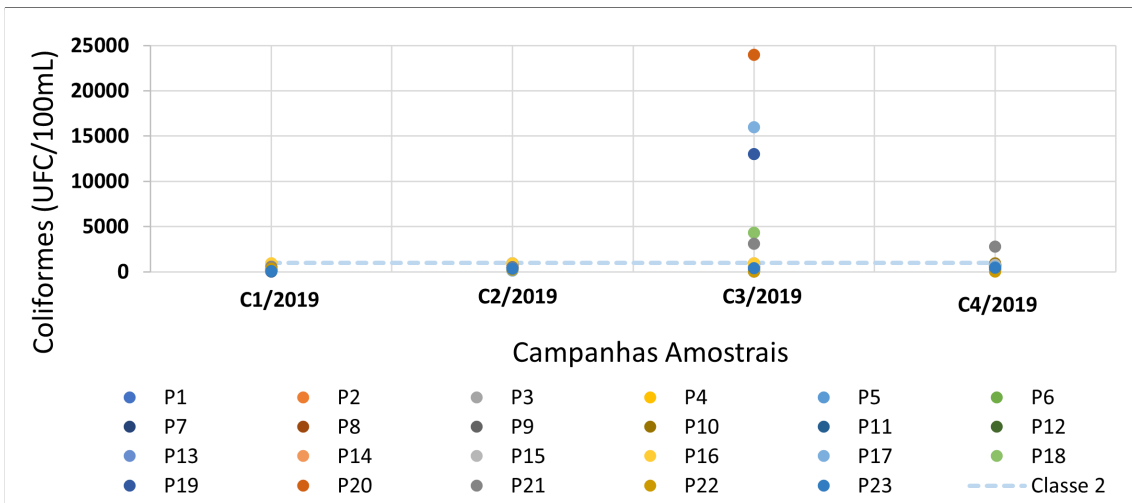


Figura 4. Mapa dos resultados do parâmetro coliformes termotolerantes, campanha 04/2019.

Gráfico 2. Análise histórico-temporal do parâmetro Coliformes termotolerantes - Qualiágua SC





## Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido (OD) é o principal elemento no metabolismo dos microrganismos aeróbios que habitam as águas. Nas águas naturais, o OD é indispensável para a sobrevivência de organismos vivos, especialmente peixes, onde a maioria das espécies não resiste a concentrações na água inferiores a 4,0 mg.L<sup>-1</sup>. O valor baixo para o oxigênio dissolvido em um corpo d'água pode ser um indicativo de lançamentos de efluentes ricos em matéria orgânica (como esgotos domésticos) que, ao ser depurado ao longo do rio consome o oxigênio dissolvido da água. A Figura 5 apresenta a condição dos pontos monitorados na campanha de dezembro de 2019 quanto à Classe 2 da Resolução CONAMA nº357/2005.

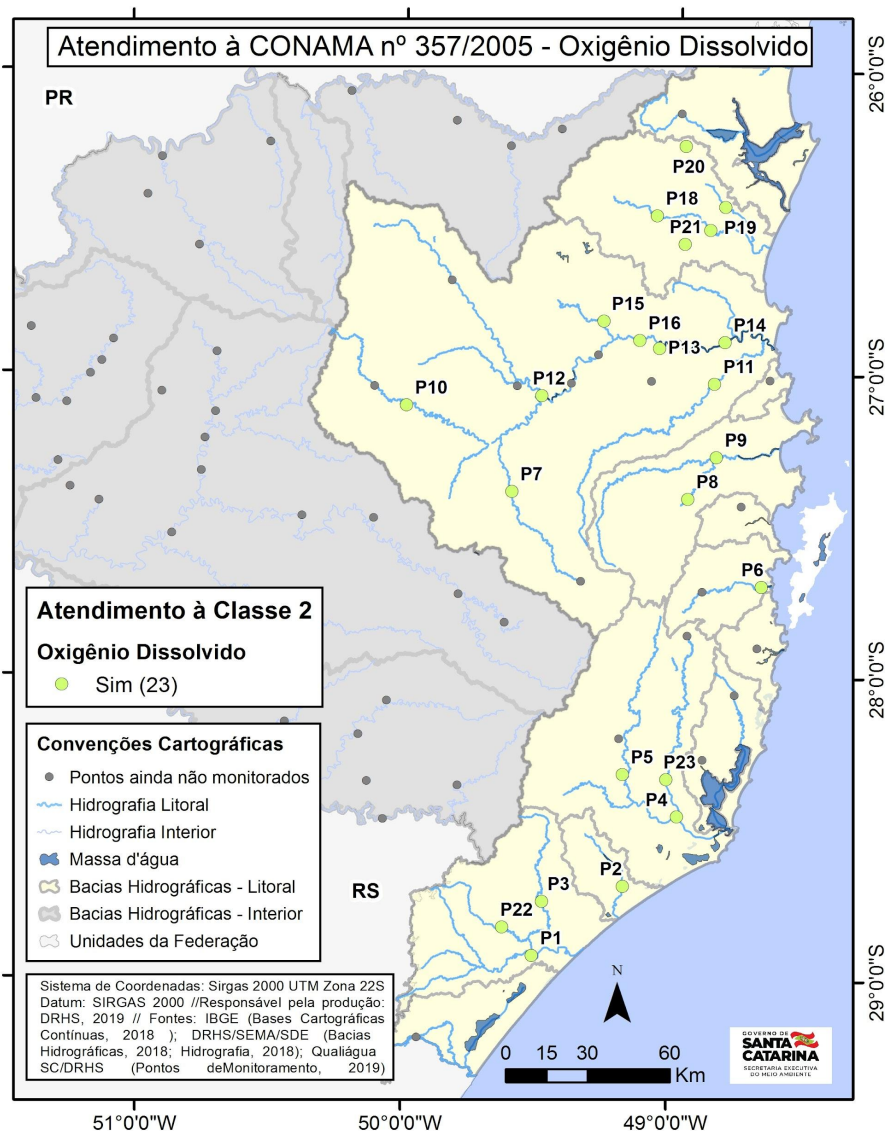
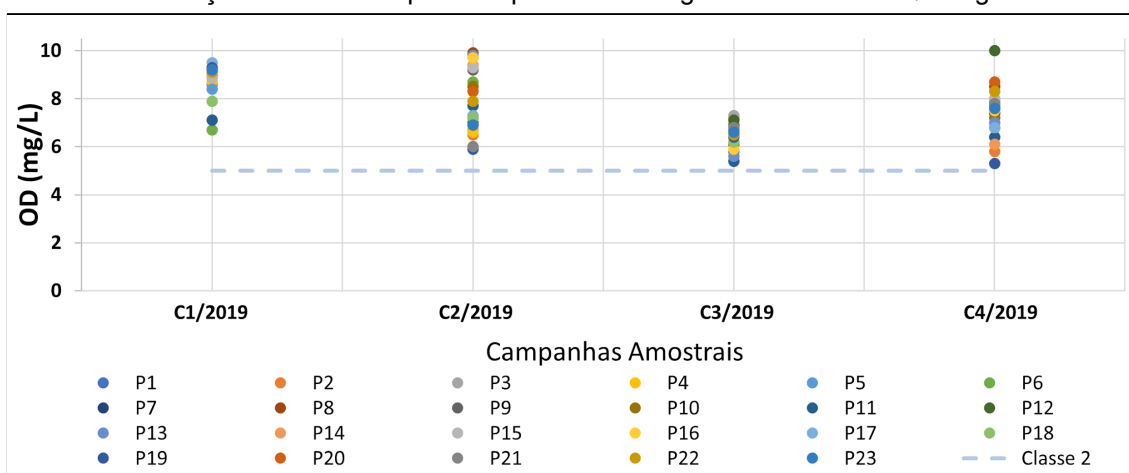


Figura 5. Mapa com os resultados do parâmetro oxigênio dissolvido, campanha 04/2019.

Não houve registros de concentrações inferiores a 5,0 mg.L<sup>-1</sup>, limite da Resolução CONAMA nº 357/2005 para Classe 2 (Art. 15). O Gráfico 3 apresenta a evolução temporal das amostragens, sendo possível verificar que em nenhuma campanha os índices de OD se apresentaram abaixo do estabelecido na normativa.

**Gráfico 3.** Avaliação histórico-temporal do parâmetro Oxigênio Dissolvido - Qualiágua SC



Fonte: SEMA/SDE.

### Nitrato

O nitrogênio é um nutriente presente em diferentes tipos de águas e em diferentes formas (nitrito, nitrato, amônio). A Figura 6 apresenta a condição dos pontos monitorados na campanha de dezembro de 2019 quanto à Classe 2 da Resolução CONAMA nº357/2005. Não houve resultados de concentrações de nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) superiores às concentrações limites.

O Gráfico 4 apresenta a evolução temporal das amostragens, sendo possível verificar que em nenhuma campanha os índices de nitrato se apresentaram acima do estabelecido na Resolução CONAMA nº357/2005.

É possível também identificar no gráfico (linha vermelha) uma influência do calendário agrícola do Estado, que tem como época para preparação do plantio das culturas nos meses de março a abril, com adubação e controle nos meses seguintes, sendo que os picos de concentração desse elemento ficam evidenciados.

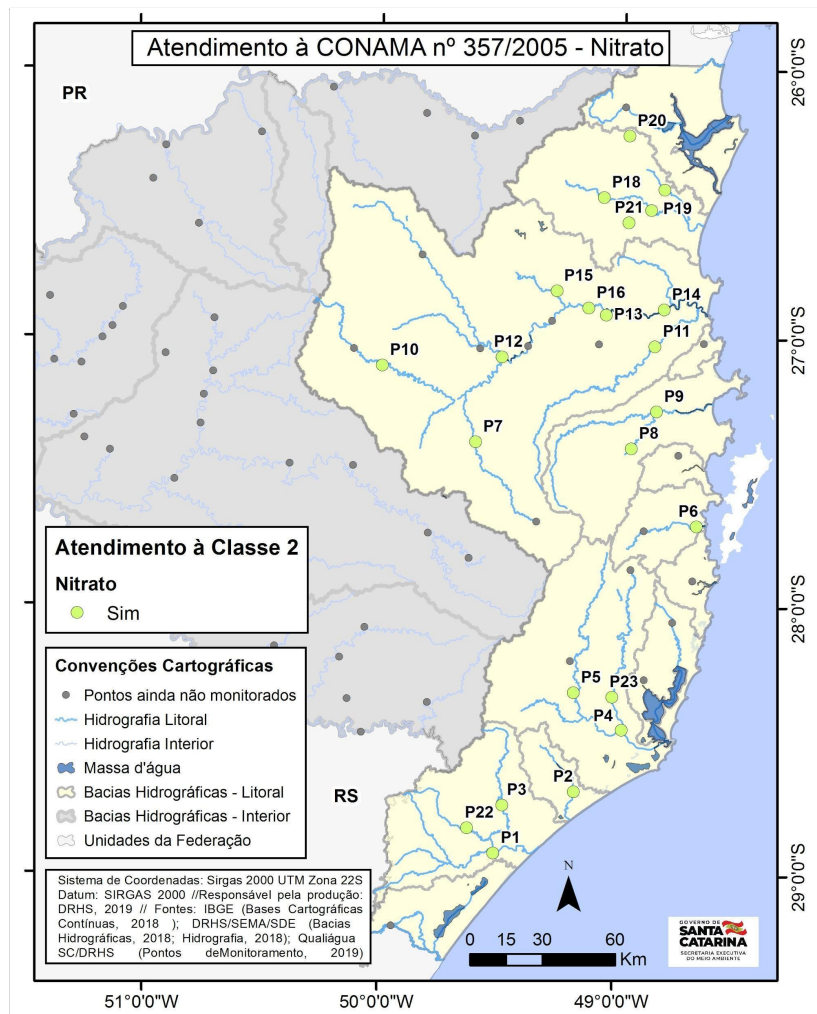
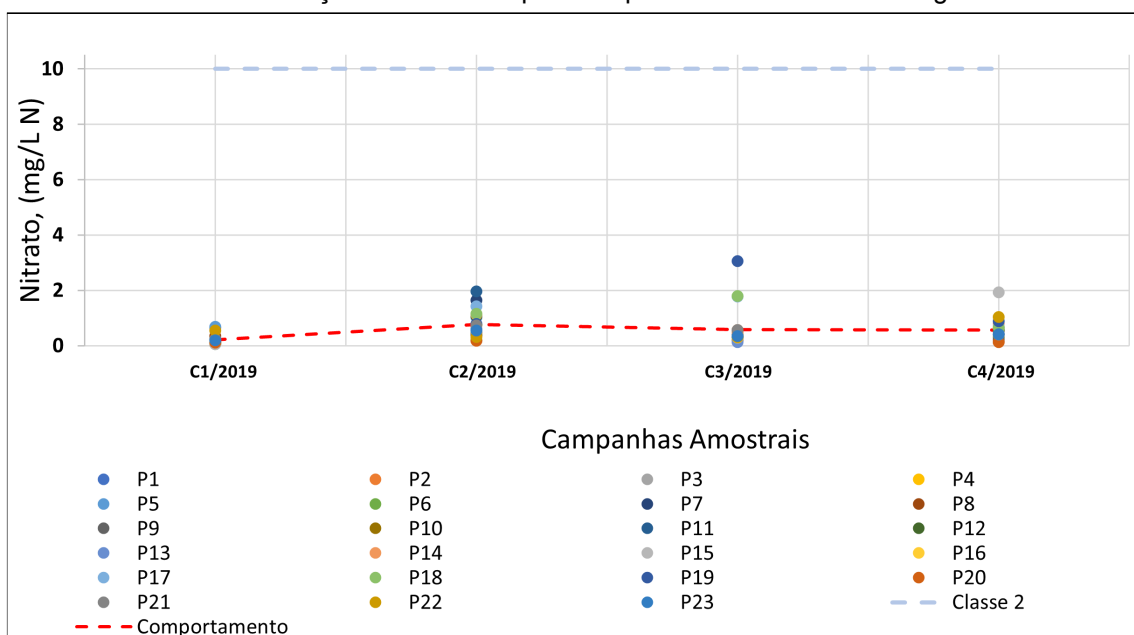


Figura 6. Mapa com os resultados do parâmetro nitrato, campanha 04/2019.

Gráfico 4. Avaliação histórico-temporal do parâmetro Nitrato - Qualiágua SC



Fonte: SEMA/SDE.

## SITUAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA - CLASSE 2

A situação da qualidade das águas superficiais dos cursos d'água catarinenses, com base nos resultados obtidos na campanha de Dezembro/2019, indica que 43% dos trechos monitorados estão em desacordo com os limites estabelecidos pela legislação vigente, como pode ser observado na Figura 7.

No total são 13 pontos que atendem à Classe 2 exigida pela CONAMA e 10 pontos que não atendem a pelo menos um dos parâmetros analisados. As desconformidades estão distribuídas por toda a porção litorânea do estado.

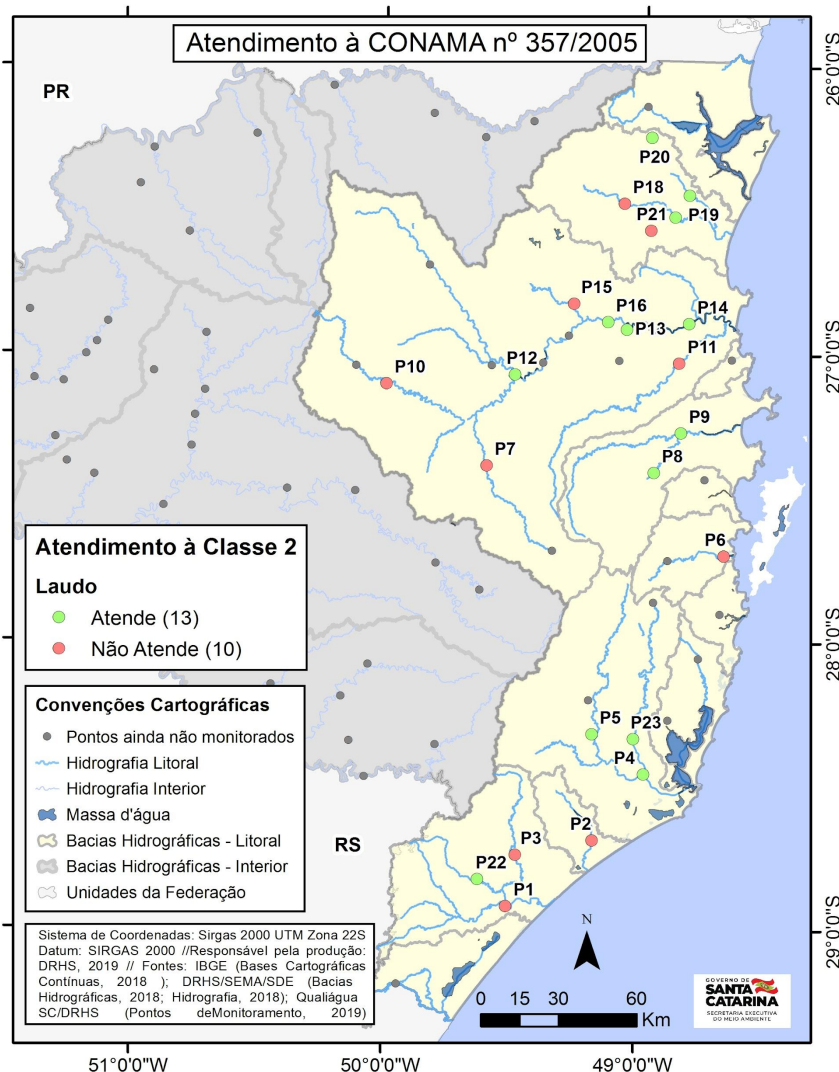


Figura 7. Mapa do atendimento à Resolução CONAMA nº357/2005.

No que se refere aos quatro parâmetros selecionados para acompanhamento dos resultados, registrou-se dois (02) pontos com o Cloreto (Cl-) e um (01) ponto com Coliformes Termotolerantes em divergência em relação à CONAMA nº357/2005. Outros parâmetros que apresentaram

desconformidade foram: DBO, pH, fósforo total e sólidos dissolvidos totais (SDT). Os resultados de Nitrato (NO<sub>3</sub>-), Oxigênio Dissolvido foram satisfatórios, com todos os pontos monitorados em conformidade com a normativa.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conjunto de dados analisados nesta campanha demonstra que a qualidade da água em 43% dos pontos da vertente litorânea não atendeu a um ou mais padrões estabelecidos para Classe 2 (Tabela 1). Destacam-se os pontos P1, P2 e P3 (com ocorrência na campanha anterior) por não atenderem a referida resolução em razão do pH, associados a influência histórica da região, caracterizada por processos de mineração e suscetíveis ao fenômeno de drenagem ácida. Ademais, o ponto P6 e P10 apresentaram concentrações acima para os parâmetros cloreto e sólidos totais dissolvidos, possivelmente devido a intrusão salina no local, possivelmente relacionado com as baixas vazões decorrentes da estiagem. Os outros pontos não atenderam a Classe 2 devido a concentrações superiores para os parâmetros DBO (P10 e P21), fósforo total (P6, P3, P11 e P15), turbidez (P7, P10 e P18) e coliformes termotolerantes (P21).

A qualidade global das águas, avaliada pelo IQA, apresentou 86% dos pontos classificados na condição Razoável, indicando a necessidade de ações de controle e fiscalização tanto das fontes poluidoras pontuais quanto das difusas. Embora a maioria dos cursos d'água analisados tenha apresentado classificação razoável, existem cursos d'água com qualidade Ruim (4%), de acordo com o IQA: o rio Araranguá (RH10). Os rios que apresentaram condição Boa (4%) foram o rio Pirai (P20) na bacia hidrográfica do Itapocu (RH6) e o rio Manuel Alves (P22), localizado na Bacia Hidrográfica Araranguá (RH10).

O monitoramento contínuo da qualidade da água é necessário para que a efetividade e o avanço do processo de gestão de recursos hídricos sejam alcançados. A construção da série histórica de dados possibilita a compreensão acerca da evolução da qualidade da água e a identificação das medidas necessárias para atingimento de metas estabelecidas nos planos de recursos hídricos.

Anexo I: Lista dos pontos de monitoramento

Ponto	Município	IQA	Atendimento CONAMA nº357/2005 - Laudo Técnico
P1	Araranguá	50	Não
P2	Içara	54	Não
P3	Forquilha	56	Não
P4	Tubarão	65	Sim
P5	São Ludgero	64	Sim
P6	Palhoça	59	Não
P7	Ituporanga	55	Não
P8	Major Gercino	67	Sim
P9	São João Batista	62	Sim
P10	Taió	55	Não
P11	Brusque	62	Não
P12	Ibirama	60	Sim
P13	Blumenau	63	Sim
P14	Ilhota	62	Sim
P15	Timbó	51	Não
P16	Blumenau	65	Sim
P17	Guaramirim	64	Sim
P18	Jaraguá do Sul	56	Não
P19	Joinville	62	Sim
P20	Joinville	71	Sim
P21	Guaramirim/Massaranduba	62	Não
P22	Meleiro	75	Sim
P23	Gravatal	63	Sim